

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of:

CHI-SUN HWANG, ET AL.

Application No.:

Filed:

For: **triode field emission device having  
mesh gate and field emission display  
using the same**

Art Group:

Examiner:

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

**REQUEST FOR PRIORITY**

Sir:

Applicant respectfully requests a convention priority for the above-captioned application, namely:

COUNTRY	APPLICATION NUMBER	DATE OF FILING
Korea	10-2002-0078885	11 December 2002
Korea	10-2003-0014782	10 March 2003

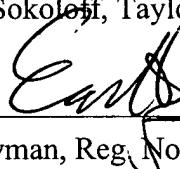
A certified copy of the document is being submitted herewith.

Dated: 9/20/03

12400 Wilshire Blvd., 7th Floor  
Los Angeles, California 90025  
Telephone: (310) 207-3800

Respectfully submitted,

Blakely, Sokoloff, Taylor & Zafman LLP

  
Eric S. Hyman, Reg. No. 30,139

대한민국 특허청  
KOREAN INTELLECTUAL  
PROPERTY OFFICE

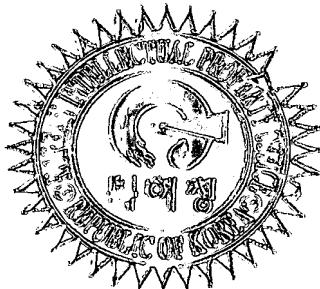
별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Intellectual  
Property Office.

출원번호 : 10-2002-0078885  
Application Number

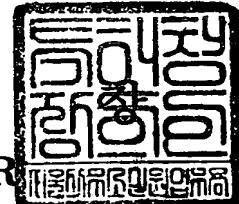
출원년월일 : 2002년 12월 11일  
Date of Application

출원인 : 한국전자통신연구원  
Applicant(s) Electronics and Telecommunications Research Institute



2003 년 08 월 05 일

특허청  
COMMISSIONER



## 【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0001
【제출일자】	2002. 12. 11
【발명의 명칭】	메쉬 게이트를 구비한 삼극형 전계 방출 소자
【발명의 영문명칭】	Triode field emission device having mesh gate
【출원인】	
【명칭】	한국전자통신연구원
【출원인코드】	3-1998-007763-8
【대리인】	
【명칭】	특허법인 신성
【대리인코드】	9-2000-100004-8
【지정된변리사】	변리사 정지원, 변리사 원석희, 변리사 박해천
【포괄위임등록번호】	2000-051975-8
【발명자】	
【성명의 국문표기】	황치선
【성명의 영문표기】	HWANG, Chi Sun
【주민등록번호】	691222-1402916
【우편번호】	306-062
【주소】	대전광역시 대덕구 법2동 보람아파트 113-108
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	송윤호
【성명의 영문표기】	SONG, Yoon Ho
【주민등록번호】	631001-1803112
【우편번호】	302-795
【주소】	대전광역시 서구 정림동 640 우성아파트 127-405
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김봉철
【성명의 영문표기】	KIM, Bong Chul

【주민등록번호】	650101-1772712		
【우편번호】	305-345		
【주소】	대전광역시 유성구 신성동 208-4번지 203호		
【국적】	KR		
【발명자】			
【성명의 국문표기】	정중희		
【성명의 영문표기】	CHUNG, Choong Heui		
【주민등록번호】	741213-1639318		
【우편번호】	302-740		
【주소】	대전광역시 서구 만년동 1-1 초원아파트 106-209		
【국적】	KR		
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다. 대리인 특허법인 신성 (인)		
【수수료】			
【기본출원료】	20	면	29,000 원
【가산출원료】	3	면	3,000 원
【우선권주장료】	0	건	0 원
【심사청구료】	0	항	0 원
【합계】	32,000 원		
【감면사유】	정부출연연구기관		
【감면후 수수료】	16,000 원		
【기술이전】			
【기술양도】	희망		
【실시권 허여】	희망		
【기술지도】	희망		
【첨부서류】	1. 요약서·명세서(도면)_1통		

**【요약서】****【요약】**

본 발명은 삼극형 전계 방출 소자에 대한 것으로, 전자 방출에 쓰이는 추출 게이트가 메쉬 형태로 되어 있는 것을 특징으로 한다. 탄소 나노튜브를 이용한 전계 방출 소자의 경우 동작 전압을 낮게 하기 위해서 삼극형의 구조를 만들어야 한다. 이때 추출 게이트가 전자 방출원에 대하여 어떠한 구조를 가지는 지에 따라 동작 특성이 달라지게 된다. 본 발명에서는 추출 게이트를 한쪽 혹은 양면에 금속 박막이 형성되어 있는 두꺼운 유전체로 하고, 이때 전극의 형태 및 추출 게이트에 형성된 구멍의 형태를 최적화하는 방법에 대한 것이다. 이러한 경우 삼극형 전계 방출 소자를 제작하면서 방출된 전자 빔의 집속도를 크게 높일 수 있어, 특히 전계 방출 소자를 이용한 평면 표시 소자의 제작에 있어서 특성 향상이 기대된다.

**【대표도】**

도 4

**【색인어】**

삼극형 전계 방출 소자, 탄소 나노튜브, 메쉬 게이트 판, 구멍, 치름

**【명세서】****【발명의 명칭】**

메쉬 게이트를 구비한 삼극형 전계 방출 소자{Triode field emission device having mesh gate}

**【도면의 간단한 설명】**

도 1은 종래기술에 따른 스피нт형(Spindt Type) 삼극형 전계 방출 소자의 단면 구성도.

도 2는 종래기술에 따른 탄소 나노튜브를 이용한 삼극형 전계 방출 소자의 단면 구성도.

도 3은 다른 종래기술에 따른 탄소 나노 튜브를 이용한 삼극형 전계 방출 소자의 단면 구성도.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 탄소 타노튜브를 이용한 삼극형 전계 방출 소자의 단면 구성도.

도 5a 내지 도 5i는 각각 메쉬 게이트 판의 구조에 따른 전자 방출 특성을 나타낸 도면.

\* 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명

403 : 메쉬 게이트 판

404 : 전자 방출 전극

405 : 탄소 나노튜브 혼합물

**【발명의 상세한 설명】****【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

<10> 본 발명은 전계 방출 소자 기술에 관한 것으로, 특히 메쉬 게이트를 구비한 삼극형 전계 방출 소자에 관한 것이다.

<11> 전계 방출 소자는 전계 방출형 평판 표시 장치에 사용되고 있으며, 그 중에서도 삼극형 전계 방출 소자가 가장 널리 사용되고 있다.

<12> 도 1은 종래기술에 따른 스판트형(Spindt Type) 삼극형 전계 방출 소자의 단면 구성을 도시한 것이다.

<13> 도 1을 참조하면, 종래의 스판트형(Spindt Type) 삼극형 전계 방출 소자는 절연막(104)에 작은 크기( $1\mu\text{m}$  이하)의 홀을 형성하고, 그 위에 희생 분리막을 형성한 후에 전자빔 증착 방법을 이용하여 자기 정렬 형태인 팁을 형성하는 공정을 이용한다. 도면 부호 101은 절연성 기판, 102는 하부 전극(캐소드), 103은 저항층, 104는 절연막, 105는 전자 방출 전극, 106은 팁, 107은 스페이서, 108은 상부 전극(아노드), 109는 투명 기판을 각각 나타낸 것이다. 이 경우 공정시 미세 패턴을 형성하여야 하는 어려움과, 전자빔 증착 방법을 통한 자기 정렬 방식을 사용하기 때문에 대면적을 목표하는 평판 표시 장치에의 응용에 어려움이 따른다.

<14> 이에 따라 좀더 쉬운 공정으로 전계 방출 소자를 제작하기 위한 노력이 있어 왔고, 이에 가장 적합한 물질로 사용되고 있는 것이 탄소 나노튜브이다. 탄소 나노튜브의 경우  $\text{nm}$ 급 이하의 매우 작은 지름을 가지고 있는 반면, 길이가  $\mu\text{m}$ 급으로 길기 때문에 전자 방출원으로는 매우 적합한 구조를 가지고 있다고 하겠다. 그런데 실제 전계에 의한 전자 방출원으로 쓸 경우 구

동 전압을 낮게 하기 위해서는 삼극형의 구조를 가져야 하는데, 앞서 도 1에 예시한 스피트형 텁에 비해서 자기 정렬 방식으로 전자 방출 전극을 형성하는 것이 어렵게 된다.

<15>      도 2는 종래기술에 따른 탄소 나노튜브를 이용한 삼극형 전계 방출 소자의 단면 구성을 도시한 것이다.

<16>      도 2를 참조하면, 종래의 탄소 나노튜브를 이용한 삼극형 전계 방출 소자는 탄소 나노튜브를 바인더 물질과 혼합하여 미리 형성된 홀 내부에 바르는 방식으로 형성된다. 이 경우 방출된 전자들이 전계 방출 전극으로 흘러들어 누설 전류를 형성하는 경우가 많이 발생한다. 또한 방출된 전자빔이 아노드에 도착할 때 방출된 순간에 비하여 넓게 퍼지는 현상이 발생하게 된다. 이러한 현상들은 전계 방출 소자의 특성을 저해하며 특히 평판 표시 장치에의 응용시에 큰 문제를 유발할 수 있다. 도면 부호 201은 절연성 기판, 202는 하부 전극(캐소드), 203은 저항층, 204는 절연막, 205는 전자 방출 전극, 206은 탄소 나노튜브, 207은 스페이서, 208은 상부 전극(아노드), 209는 투명 기판을 각각 나타낸 것이다.

<17>      도 3은 다른 종래기술에 따른 탄소 나노 튜브를 이용한 삼극형 전계 방출 소자의 단면 구성을 도시한 것이다.

<18>      도 3을 참조하면, 다른 종래기술에 따른 탄소 나노 튜브를 이용한 삼극형 전계 방출 소자는 전계 방출을 위한 전극이 탄소 나노튜브 혼합물의 하부에 위치하고 있다. 이 방식에서는 탄소 나노튜브에서 방출된 전자가 전계 방출 전극에 흘러드는 일은 피할 수 있지만, 실제 구동에 있어서 온/오프(On/Off) 차이가 크지 않게 되고, 상기 도 2에서 예시한 경우에 비해 구동 전압도 더 커지게 되는 단점이 있다. 도면 부호 301은 절연성 기판, 302는 전자방출 전극, 303

은 절연막, 304는 하부 전극(캐소드), 305는 탄소 나노튜브, 306은 스페이서, 307은 상부 전극(아노드), 308은 투명 기판을 각각 나타낸 것이다.

### 【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<19> 본 발명은 상기와 같은 종래기술의 문제점을 해결하기 위하여 제안된 것으로, 구동 측면에서 이점을 유지하면서 누설 전류 특성 및 빔의 집속도를 확보할 수 있는 삼극형 전계 방출 소자를 제공하는데 그 목적이 있다.

### 【발명의 구성 및 작용】

<20> 상기의 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 측면에 따르면, 탄소 나노튜브를 이용한 삼극형 전계 방출 소자의 구조에 있어서, 절연성 기판 위에 제공되는 하부 전극; 상기 도전층 상에 제공되는 다수의 탄소 나노튜브 혼합물; 상기 탄소 나노튜브 혼합물의 위치에 대응하여 다수의 구멍을 구비하여, 상기 구멍 윗쪽의 지름이 아랫쪽의 지름보다 작은 절연성 메쉬 게이트 판; 및 상기 절연성 메쉬 게이트 판 상부에 제공되는 전자 방출 전극을 구비하는 삼극형 전계 방출 소자가 제공된다.

<21> 이하, 본 발명이 속한 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 보다 용이하게 실시할 수 있도록 하기 위하여 본 발명의 바람직한 실시예를 소개하기로 한다.

<22> 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 탄소 타노튜브를 이용한 삼극형 전계 방출 소자의 단면 구성을 도시한 것이다.

<23> 도 4를 참조하여 본 실시예에 따른 탄소 타노튜브를 이용한 삼극형 전계 방출 소자 제조 과정을 살펴보면, 우선 절연체 또는 유리로 구성된 절연성 기판(401) 위에 전도체 또는 금속으로 이루어진 캐소드 전극(402)을 형성한다. 그 위에 탄소 나노튜브와 바인더가 혼합되어 있는 혼합물(405)을 스크린 프린트 등의 방법으로 형성한다.

<24> 그리고, 절연체 혹은 수백  $\mu\text{m}$  두께의 유리판으로 이루어지며, 탄소 나노튜브 혼합물(405)이 놓여진 위치에 구멍이 형성되어 있는 메쉬 게이트 판(403)을 준비한다. 이때, 메쉬 게이트 판(403)에 형성된 구멍은 위쪽의 지름이 아랫쪽의 지름에 비해서 작은 형태가 되도록 한다. 이어서, 메쉬 게이트 판(403)의 윗면에 전도체 혹은 금속 박막(404)을 증착하여 게이트 전극(전자 방출 전극)으로 이용한다.

<25> 다음으로, 이렇게 형성된 메쉬 게이트 판(403)을 탄소 나노튜브 혼합물(405)이 형성되어 있는 캐소드 전극(402)에 메쉬 게이트 판(403)의 구멍과 탄소 나노튜브 혼합물(405)이 정렬이 되도록 위치시킨다. 이어서, 그 위에 진공 실링 작업을 위한 스페이서(406)를 설치한다. 그리고 형광 물질이 형성되어 있는 아노드 전극(407)과, 투명 절연체 또는 유리로 이루어진 투명 기판(408)을 얹고 진공 실링을 실시한다.

<26> 이렇게 하여 전계 방출 소자를 이용한 평판 표시 장치를 완성한다. 전계 방출 소자의 작동은 캐소드 전극(402)에 낮은 전압 혹은 접지 전압을 연결하고 전자 방출 전극(404)에 적당한 전압(100V 이하)을 인가하여 전자가 방출되도록 한 후에 아노드 전극(407)에 높은 전압(수 kV)을 인가하여 방출된 전자가 가속되어 형광체를 여기시켜 빛이 나오도록 하는 것으로 동작된다.

<27> 도 5a 내지 도 5i는 각각 메쉬 게이트 판의 구조에 따른 전자 방출 특성을 나타낸 도면이다.

<28> 우선, 도 5a의 경우는 메쉬 게이트 판에 형성되어 있는 구멍의 윗쪽 지름이 아랫쪽 지름에 비해서 큰 경우이다. 이때 구조를 간략하게 표시하기 위해서 캐소드 전극(501)과 절연체(502), 전자 방출을 위한 전극(503), 아노드 전극(504)만을 도시하였으며, 이때 형성되어 있는 등전위선(505)을 표시하였다. 위쪽에 있는 그림은 아노드(504)에 의해서 형성되는 전계의 크기가 게이트(503)에 의해서 형성되는 전계 보다 작은 경우이고, 아래쪽에 있는 그림은 그 반대의 경우이다. 도 5를 살펴보면 구멍의 중심부 A에서 방출되는 전자빔과 주변부 B에서 형성되는 전자빔 모두가 많이 퍼지는 형태를 가지는 것을 볼 수 있다. 이것은 등전위선(505)의 형태를 보면 설명할 수 있는데, 전자의 방출면인 캐소드 전극(501) 주변에서의 등전위선(505)의 형태가 위로 불록한 형태를 가지고 있다. 이럴 경우 출발한 전자들이 서로 멀어지는 형태로 진행하게 될 것임을 쉽게 짐작할 수 있다. 특히 주변에서 방출되는 전자의 경우에 그 현상이 더 심하게 되어 게이트(503)쪽으로의 누설 전류에 대한 위험도 상당히 큰 것으로 보인다.

<29> 도 5b의 경우에는 도 5a와는 달리 메쉬 게이트(602)에 형성되어 있는 구멍의 윗쪽 지름이 아랫쪽 지름에 비해서 작은 경우이다. 이때 등전위선(605)을 살펴보면 도 5a의 경우에서의 등전위선(505)에 비하여 위쪽으로 불록한 정도가 많이 감소한 것을 볼 수 있다. 그 결과 방출된 전자빔의 퍼지는 정도가 상당히 감소하였으며 주변부 B에서 방출된 전자빔이 게이트 전극(603)쪽으로 빠져나가는 경향도 상당히 감소하였다.

<30> 도 5c의 경우는 도 5b에 비해서 메쉬 게이트 판(702)에 형성되어 있는 구멍의 아랫면의 지름을 더욱 크게 한 경우이다. 등전위선(703)이 위로 불록하게 되는 경향이 더욱 줄어들었으며 그 결과 방출된 전자빔이 중앙쪽으로 집속되는 효과가 더욱 커진 것을 볼 수 있다.

<31> 도 5d의 경우에는 메쉬 게이트 판(803)의 아랫면에 낮은 전압 혹은 접지용 전극(802)을 형성한 경우이다. 앞서의 도 5a, 도 5b, 도 5c에서 살펴 본 바와 같이 전자가 방출되는 지역에

서의 등전위선이 어떠한 모양으로 형성되느냐에 따라 전자빔의 집속 정도가 달라지며 누설전류도 영향을 받는다. 도 5d에서 도입한 메쉬 게이트 판(803)의 아랫면에 형성된 전극(802)은 그려한 등전위선이 좀더 평편한 형태를 가지도록 한다. 전자빔의 형태를 보면 특히 중심부에서 방출되는 전자빔이 집속이 잘되어 있는 형태를 하고 있는 것을 알수 있다.

<32> 도 5e의 경우에는 도 5d에서 도입한 메쉬 게이트 판(904)의 밑면에 설치되어 있는 전극(902) 이외에 구멍의 옆면에도 낮은 전압용 혹은 접지용 전극(903)을 설치한 경우이다. 이때의 등전위선(907)을 살펴보면 전계의 크기 변화와 상관없이 구멍 내부에서 항상 아래로 불록한 형태의 등전위선이 유지되고 있는 것을 볼 수 있다. 그 결과 주변부에서 방출된 전자빔의 경우에도 매우 잘 집속되어 진행되고 있는 형태를 보이고 있으며 특히 전계 방출 전극으로의 누설전류가 없을 것으로 예상된다. 그러나 이 경우에 구멍내부에서 전극(903)의 영향이 과도하여 특히 주변부에서 방출된 전자빔의 경우 반대편으로의 편향이 일어나고 있음을 알 수 있다.

<33> 도 5f 및 도 5g의 경우는 도 5e의 이러한 경향을 감소시키기 위하여 구멍 내부에 형성된 전극(1003, 1103)의 길이를 조절하였다. 도 5f의 경우에는 전체 구멍 높이의 절반에 해당하는 높이까지만 위치시켰으며 도 5g의 경우에는 전체 구멍 높이의 1/4에 해당하는 높이까지 위치시켰다. 그 결과 도 5g의 경우에 중심부와 주변부에서 방출된 전자빔 모두가 중심쪽으로 잘 편향되어 방출되고 있는 형태를 보이고 있다. 이 결과로부터 구멍 내부에 형성시키는 전극의 높이를 적절히 조절함으로써 방출된 전자빔이 중심부에 도달하도록 조절이 가능한 것을 알 수 있다.

<34> 도 5h 및 도 5i의 경우에는 메쉬 게이트 판(1203, 1303)이 캐소드 전극에 대하여 놓여지는 높이에 따른 전자빔의 형태를 살펴본 것이다. 이 경우에 메쉬 게이트 판(1203, 1303)의 밑면에 접지용 전극(1202, 1302)이 형성되어 있기 때문에 이 전극의 높이에 따라서 전자가 방출

되는 위치에서의 등전위선(1206, 1306)이 달라지게 된다. 도 5i의 경우가 도 5h경우에 비해 등전위선이 아래로 볼록한 정도가 더 커져 있는 것을 볼 수 있고 그 결과로 전자빔의 집속 정도가 가장 우수한 것을 알 수 있다.

<35> 본 발명의 기술 사상은 상기 바람직한 실시예에 따라 구체적으로 기술되었으나, 상기한 실시예는 그 설명을 위한 것이며 그 제한을 위한 것이 아님을 주의하여야 한다. 또한, 본 발명의 기술 분야의 통상의 전문가라면 본 발명의 기술 사상의 범위 내에서 다양한 실시예가 가능함을 이해할 수 있을 것이다.

<36> 예컨대, 본 발명은 절연체 판 밑면에 도전체 전극을 더 형성하는 경우, 절연체 판의 밑면 및 구멍의 옆면에 도전체 전극이 형성되어 있는 경우, 절연체 판의 위치를 적절히 높여서 전자빔의 집속도를 향상시키는 경우에도 적용된다.

### 【발명의 효과】

<37> 본 발명에서는 탄소 나노튜브를 이용한 삼극형 전계 방출 소자의 제작에 있어서 메쉬 게이트 판을 이용한 구조를 사용하였으며, 여기에 보조 전극을 첨가하거나 메쉬 게이트 판이 놓여지는 위치를 조절함으로써 방출되는 전자빔이 중심부에 잘 집속되고 누설전류가 없게 되도록 하였다. 본 발명을 이용한 삼극형 전계 방출소자를 이용하여 평면 표시 장치를 만들 경우, 탄소 나노튜브 소재의 특징인 대면적화가 가능하면서 삼극형 소자의 특징인 낮은 구동 전압을 실현할 수 있으며, 누설전류가 없어서 소비 전력을 최소화 할 수 있고, 전자빔의 집속도가 높기

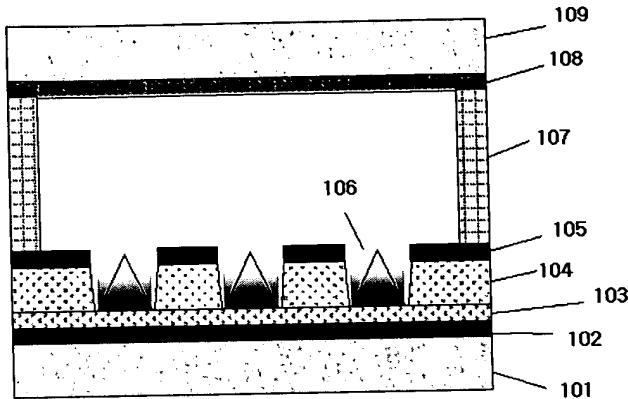
때문에 동작 특성이 우월한 표시 장치를 만들 수 있다. 따라서 평면 표시 소자의 제작에 있어서 기술적인 측면과 상용화의 측면에서 큰 효과를 거둘 것으로 기대된다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

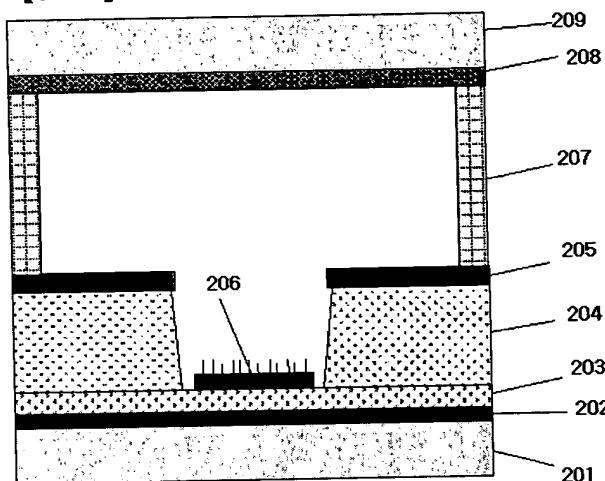
탄소 나노튜브를 이용한 삼극형 전계 방출 소자의 구조에 있어서,  
절연성 기판 위에 제공되는 하부 전극;  
상기 도전층 상에 제공되는 다수의 탄소 나노튜브 혼합물;  
상기 탄소 나노튜브 혼합물의 위치에 대응하여 다수의 구멍을 구비하여, 상기 구멍 윗  
쪽의 지름이 아랫쪽의 지름보다 작은 절연성 메쉬 게이트 판; 및  
상기 절연성 메쉬 게이트 판 상부에 제공되는 전자 방출 전극  
을 구비하는 삼극형 전계 방출 소자.

## 【도면】

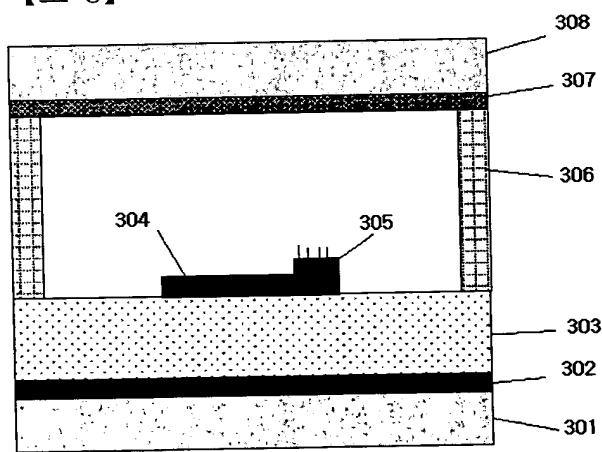
【도 1】



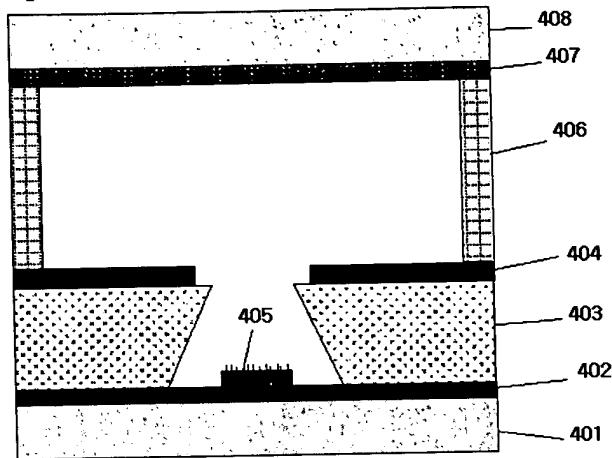
【도 2】



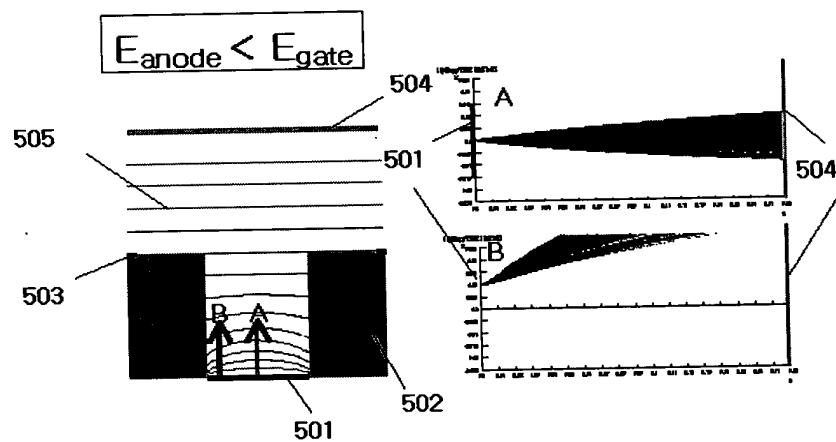
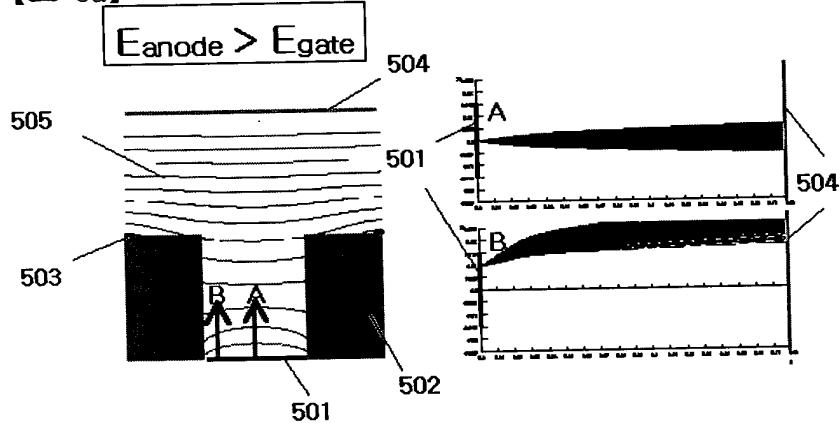
【도 3】



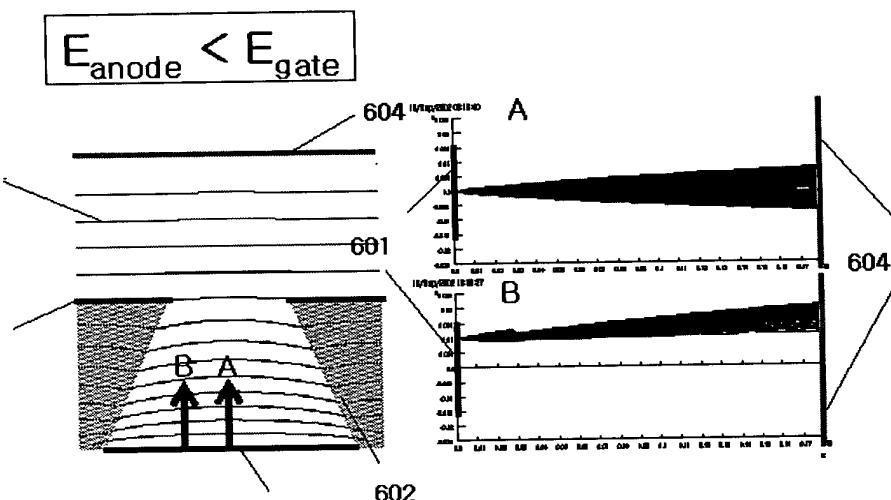
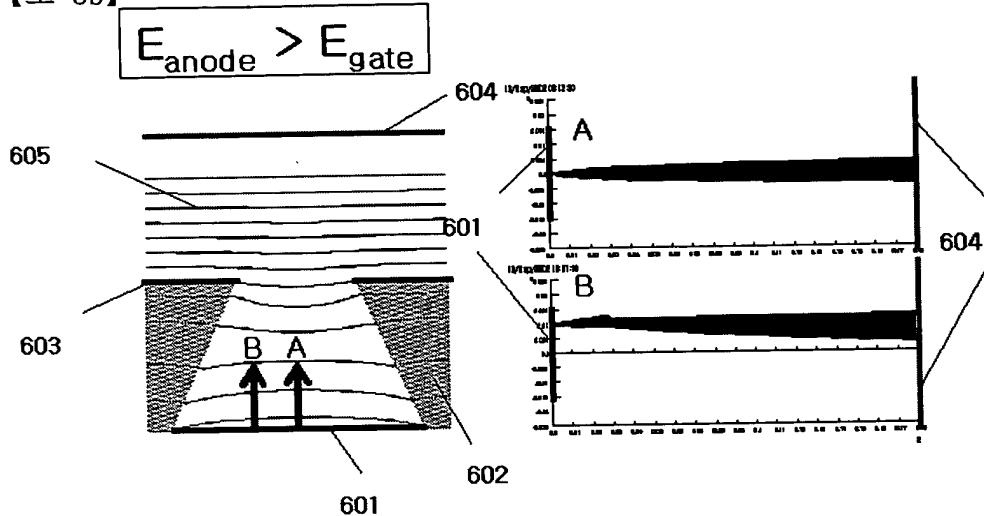
【도 4】



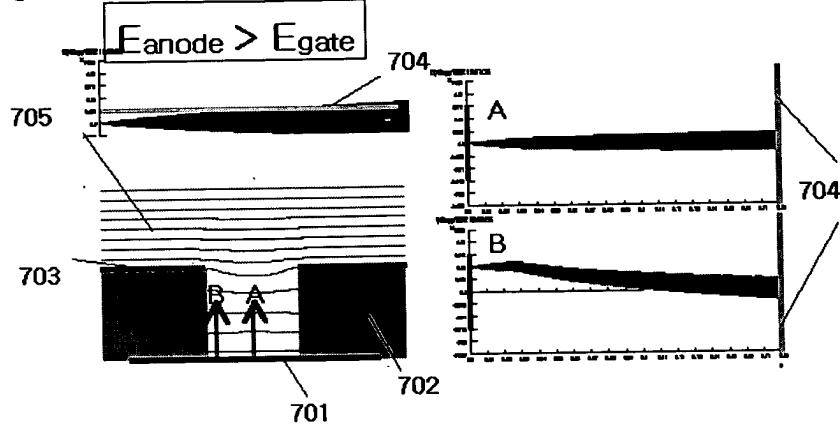
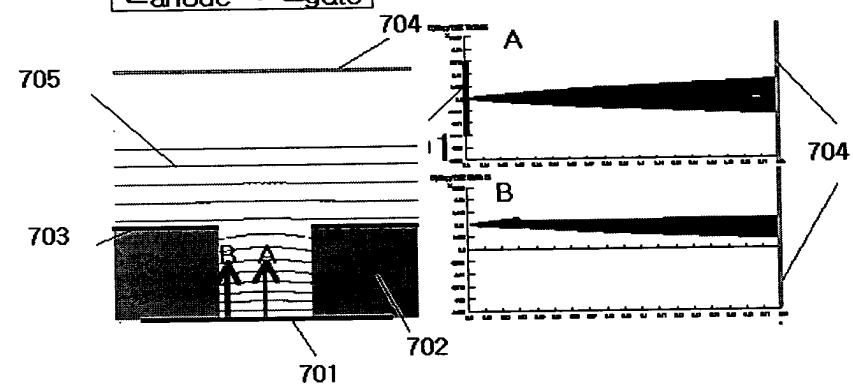
【도 5a】



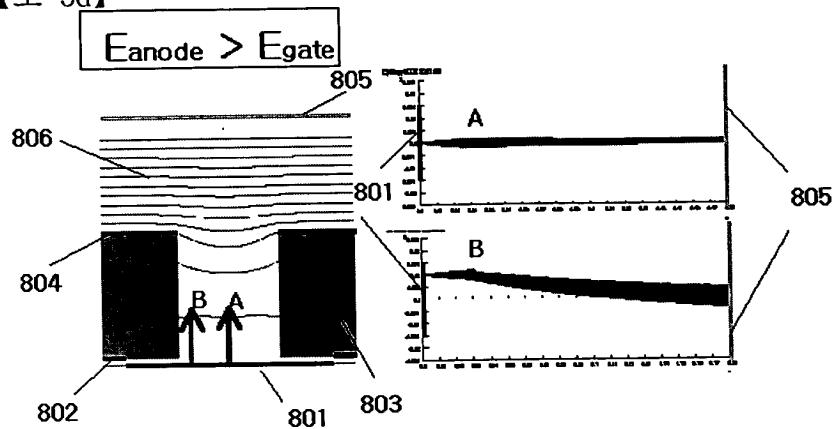
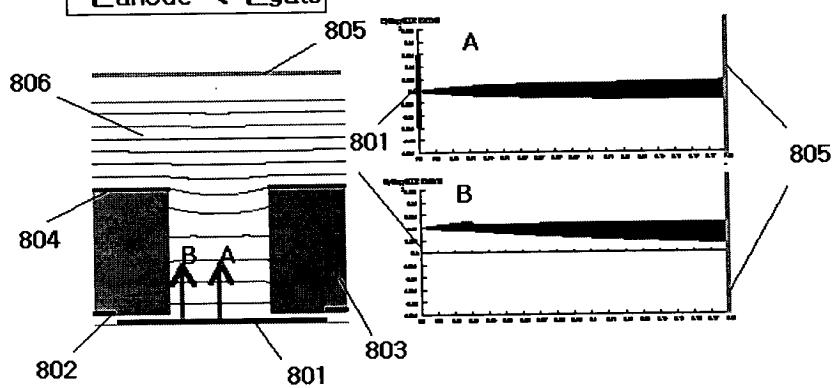
【도 5b】



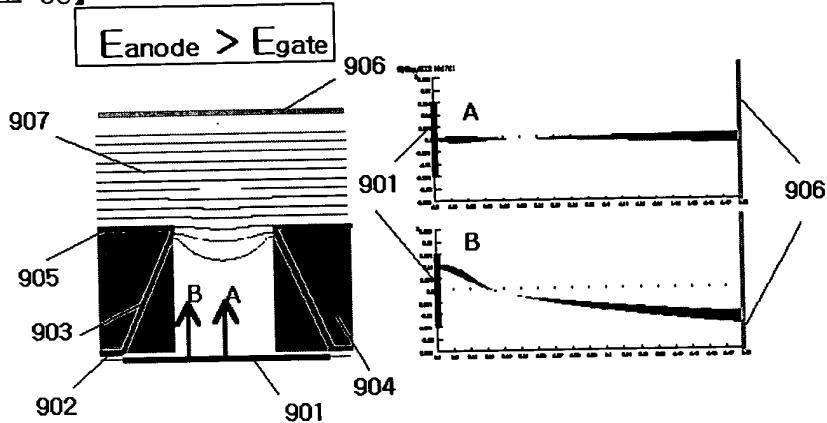
【도 5c】

 $E_{anode} < E_{gate}$ 

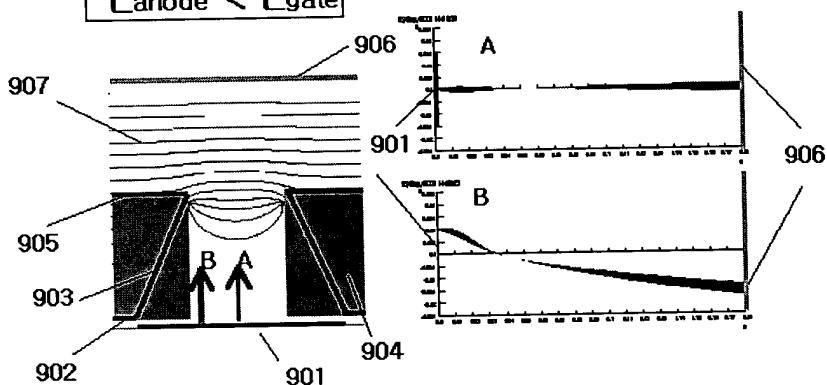
【도 5d】

**Eanode < Egate**

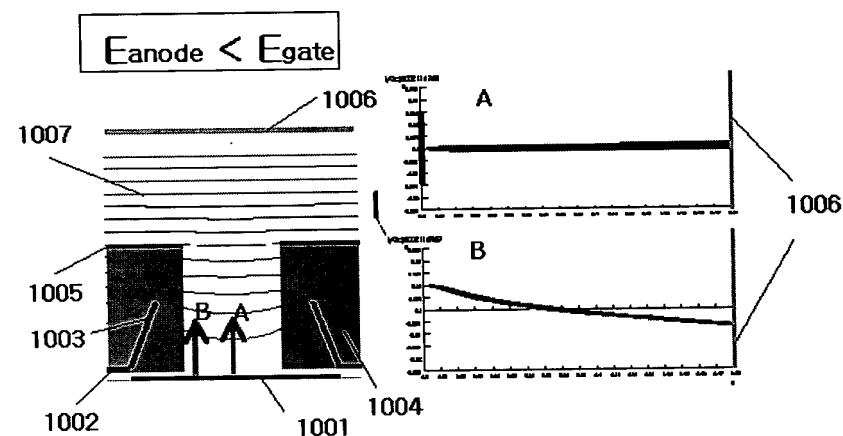
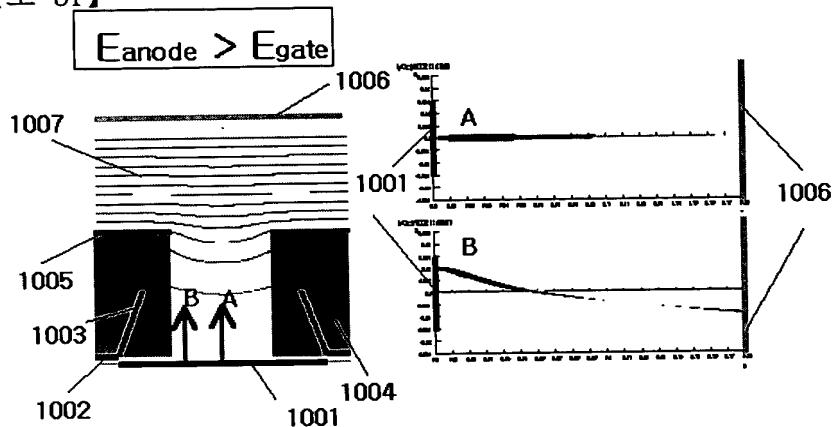
### 【도 5e】



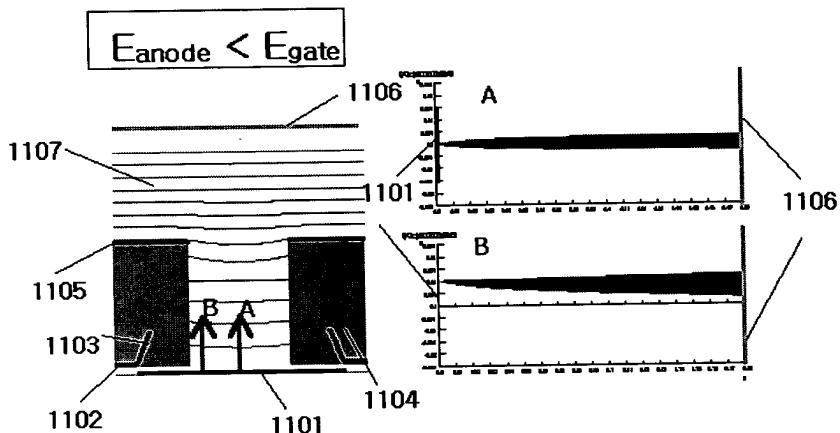
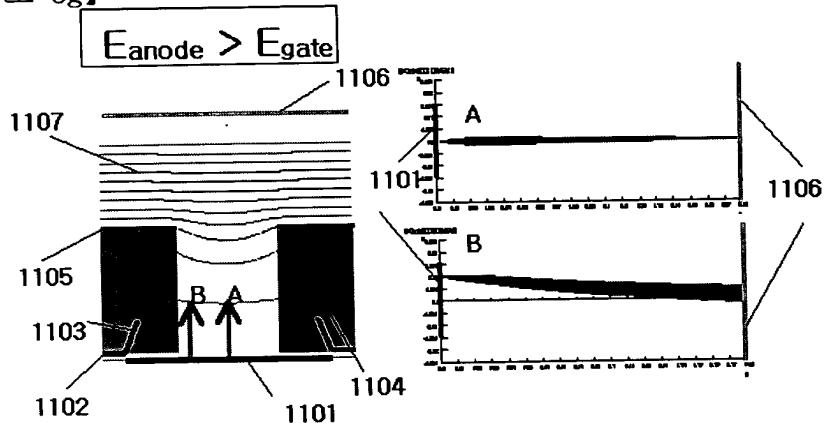
$E_{\text{anode}} < E_{\text{gate}}$



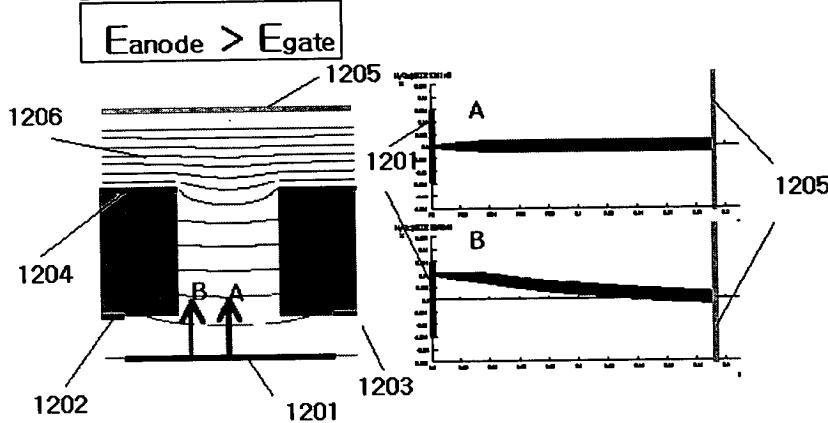
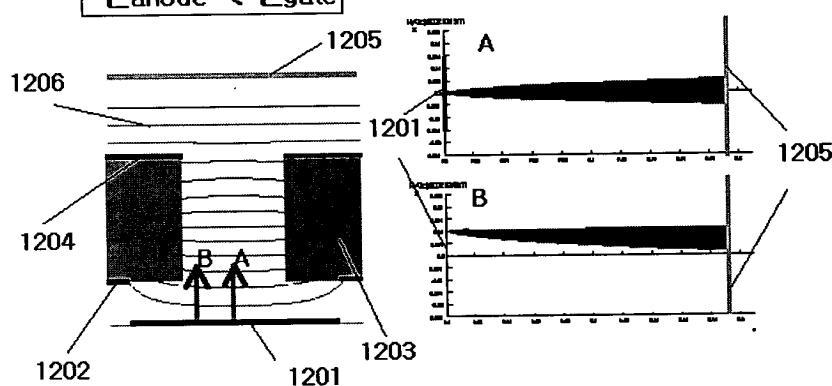
【도 5f】



【도 5g】



【도 5h】

 $E_{anode} < E_{gate}$ 

【도 5i】

